

〔島根県立大学短期大学部松江キャンパス研究紀要 Vol. 55 81～84 (2016)〕

‘カキ’ 西条熟柿ピューレのビタミンC

赤 浦 和 之

(健康栄養学科)

Vitamin C in Soft-ripened ‘Saijo’ (*Diospyros kaki* Thunb.) Persimmon Puree

Kazuyuki AKAURA

キーワード：加熱 heating

西条 Saijo

熟柿ピューレ soft-ripened persimmon puree

ビタミンC vitamin C

1. はじめに

山陰両県を主産地とするカキ‘西条’は、渋ガキであるため、そのほとんどがさわし柿や干し柿、あんぽ柿として食されている。赤浦はカキの新しい食べ方の一つとして熟柿というスタイルを提案し、品質がそろった‘西条’熟柿を安定的に大量生産する技術を開発した^{1,2)}。また、‘西条’未利用果実を用いて生産した熟柿を原料として、より低コストで熟柿ピューレを生産する技術の開発も行っている³⁾。現在島根県松江市では、カキ‘西条’熟柿ピューレ（以下ピューレと記述）を利用した食品の開発を積極的に行っており、このピューレを原材料に用いた果汁飲料やレトルトカレーがすでに商品化されている。

カキ果実には、ビタミンCが多く含まれていることが一般に知られており、さわし柿可食部100gあたりのビタミンC含量55mgは、キウイフルーツ(69mg)や、イチゴ(60mg)に比べても遜色はない⁴⁾。カキの出回る時期と収穫時期が重なるリングド(4mg)よりもその含量はかなり多く、温州みかん

(35mg) などとともに、初秋から晩秋にかけての時期に、ビタミンCの貴重な供給源となっている。また、ピューレは冷凍保存が可能であるため、熟柿ピューレも多くビタミンCを多く含むなら、季節を問わずビタミンCの供給源とすることができる。

ビタミンCは、生体の代謝に関わる必須の微量栄養素であるビタミンの一つであり、体内ではコラーゲン生成に関与するなどの生理作用をもつが、近年着目されている抗酸化作用も有するため、抗酸化ビタミンとよばれることがある。このため、栄養機能食品の栄養機能表示では、「ビタミンCは、皮膚や粘膜の健康維持を助けるとともに、抗酸化作用をもつ栄養素です。」の記載が認められている。

ピューレを利用した加工食品も、ビタミンCを多く含むのであるなら、ビタミンCの機能性と含量の多さを特徴とした商品の宣伝が可能になると思われる。ピューレの加工においては、通常その過程で加熱殺菌や加熱調理を伴うことが多いため、熱に弱いとされるビタミンCの含量の変化についての情報が必要であるが、ピューレのビタミンCに関する知見

は見当たらない。また、ビタミンC含量に及ぼす冷凍保存の影響についても調査されていない。本研究では、カキ‘西条’熟柿果実からのピューレ調製方法の違いや、ピューレの冷凍保存、加熱処理が、そのビタミンC含量に及ぼす影響について調査した。

2. 材料および方法

カキ‘西条’果実は松江市のカキ園で10月下旬に収穫した。果実は8個ずつ厚さ0.08mmのポリエチレン袋に密封し、2℃のインキュベーター内で貯蔵した。一定期間の貯蔵後、果実をポリエチレン袋から取り出し、室温 $21 \pm 1^\circ\text{C}$ の部屋内で約7時間静置し果実温度を20℃まで上昇させた。

果実のエチレン処理およびそれに続く熟柿化処理は赤浦¹⁾の方法を用いて行った。ランダムに選んだ12果をポリカーボネート製のコンテナ（容量12L）に入れて密封し、インキュベーター内20℃条件下濃度100ppmで48時間エチレン処理を行った。エチレン処理終了後、果実は6個ずつステンレスコンテナに入れて有孔ポリエチレン製のフタをし、4日間20℃のインキュベーター内で貯蔵し熟柿化を行った。熟柿果実は、ヘタとその周囲の果肉の一部を切除した後縦半分にカットし、 -30°C 以下で冷凍保存した。

1) 調製方法がピューレのビタミンC含量に及ぼす影響

冷凍熟柿は、室温で半解凍の状態まで自然解凍した後、まず果実から内果皮を分離し、次に外果皮と中果皮に分けた。さらに内果皮からは種子を取り除いた。

このように準備した中果皮と内果皮の一部を、ホモジナイザー（エクセルオート 12000rpmで2分）で均質化し、それぞれ均質化中果皮ピューレおよび均質化内果皮ピューレとした。また、残りの中果皮と内果皮を、裏ごし器（目の荒さ約0.8mm）で裏ごしして調製したものを、それぞれ裏ごし中果皮ピューレおよび裏ごし内果皮ピューレとした。これらの4種類のピューレの一部は、調製後すぐにビタミンCの抽出に使用した。裏ごし中果皮ピューレおよび裏ごし内果皮ピューレの一部は、一定量をフリーザーバッグに分注し、 -30°C 以下で再び冷凍保存した。なお、中果皮および内果皮均質化ピューレのBrixは、それぞれ17.2と16.2であった。

2) 冷凍保存、加熱がピューレのビタミンC含量に及ぼす影響

7日間冷凍保存した裏ごし中果皮ピューレおよび裏ごし内果皮ピューレは、20℃のインキュベーター庫内で解凍後、その一部をビタミンCの抽出に使用した。また、それぞれのピューレ20gを容量50mLの遠沈管に入れ、スクリュキャップをして密封し、沸騰したウォーターバス中で30分加熱を行った。加熱終了後直ちに室温の水で遠沈管を急冷した後、葉匙を用いて遠沈管内で穏やかにかき混ぜたピューレをビタミンC抽出試料とした。ピューレの加熱は3反復で行った。

3) ビタミンCの抽出と定量

ピューレ5gを精秤し、5%メタリン酸溶液を加えて乳鉢で十分にすりつぶした。5%メタリン酸溶液で50mLに定溶して遠心分離を行い、上澄み液を総ビタミンC試料溶液とした。

ピューレ5gを精秤し、2% (w/v) チオ尿素含有5%メタリン酸溶液を加えて乳鉢で十分にすりつぶした。2% (w/v) チオ尿素含有5%メタリン酸溶液で50mLに定溶して遠心分離を行い、上澄み液を酸化型ビタミンC試料溶液とした。

これらの試料溶液を適宜希釈したものを試験溶液とし、ヒドラジン法により総ビタミンCおよび酸化型ビタミンCの定量を行った。還元型ビタミンC含量は、総ビタミンC含量から酸化型ビタミンC含量を差し引いて求めた。

3. 結果

1) 調製方法がピューレのビタミンC含量に及ぼす影響

ピューレ100gあたりの総ビタミンC含量は、内果皮ピューレでは、均質化により調製したものと、裏ごしにより調製したもので、それぞれ44.71mg, 44.58mgと、差は認められなかった（表1）。中果皮ピューレにおいても、均質化により調製したものと、裏ごしにより調製したもので、総ビタミンC含量は、それぞれ47.46mg, 47.46mgと、差は認められなかった。酸化型ビタミンC含量は、均質化により調製した内果皮ピューレと、裏ごしにより調製した内果皮ピューレでは、それぞれ34.34mg, 34.86mgと、差は認められなかった。これに対し、均質化により調製した中果皮ピューレと、裏ごしにより調製したものでは、酸化型ビタミンC含量は、それぞれ29.62mg, 18.98mgと、均質化により調製したピュー

レで多かった。還元型ビタミンC含量は、均質化により調製した内果皮ピューレと、裏ごしにより調製したものでは、それぞれ10.37mg, 9.71mgと、ほとんど差は認められなかった。均質化により調製した中果皮ピューレと、裏ごしにより調製したものでは、還元型ビタミンC含量は、それぞれ17.84mg, 28.48mgと、均質化により調製したピューレで少なかった。

均質化により調製した内果皮ピューレと中果皮ピューレでは、総ビタミンC含量は、それぞれ44.71mg, 47.46mgと、内果皮ピューレでやや少なく、裏ごしにより調製した内果皮ピューレと中果皮ピューレでも、総ビタミンC含量は、内果皮ピューレでやや少なかった。酸化型ビタミンC含量は、均質化により調製した内果皮ピューレと中果皮ピューレでは、それぞれ34.34mg, 29.62mgと、内果皮ピューレでやや多く、裏ごしにより調製した内果皮ピューレと中果皮ピューレでは、それぞれ34.86mg, 18.98mgと、内果皮ピューレで多かった。還元型ビタミンC含量は、均質化により調製した内果皮ピューレと中果皮ピューレでは、それぞれ10.37mg, 17.84mgと、内果皮ピューレで少なく、裏ごしにより調製した内果皮ピューレと中果皮ピューレでは、それぞれ9.71mg, 28.48mgと、内果皮ピューレでかなり少なかった。

2) 冷凍保存、加熱がピューレのビタミンC含量に及ぼす影響

裏ごしにより調製した中果皮ピューレについて、7日間の冷凍保存により、総ビタミンC含量は、47.46mgから43.79mgに、わずかに減少した。酸化型ビタミンC含量は、18.98mgから32.08mgに増加したが、還元型ビタミンC含量は、28.48mgから11.71mgに大きく減少した。

約100℃での30分加熱により、総ビタミンC含量は、43.79mgから7.87mgに著しく減少した。酸化型ビタミンC含量も、32.08mgから6.66mgに著しく減少し、還元型ビタミンC含量もまた、11.71mgから1.21mgに大きく減少した。

4. 考察

ピューレ調製法の違いは、特に中果皮ピューレの酸化型ビタミンC含量で見られた。すなわち、均質化による調製および裏ごしによる調製において、酸化型ビタミンC含量は、それぞれ29.62mg, 18.98mgと、均質化により調製したピューレで多かった。均質化はホモジナイザーの金属カッター刃の高速回転により起こるが、このとき空気も多量に取り込まれるため、ピューレには非常に多くの微小な気泡が見られる。裏ごしと比べてより多量の空気との接触が、ビタミンCの酸化を引き起こしたと推察された。

食品中のビタミンCは、還元型ビタミンC (L-アスコルビン酸) および酸化型ビタミンC (デヒドロアスコルビン酸) として存在しているが、そのビタミンCとしての効力は同等とみなされており、食品成分表では両者の合計値で示されている⁴⁾。ピューレ調製法の違いは、総ビタミンC含量には影響を及ぼさなかったもので、実際のピューレ生産においては、どちらの方法を用いてもよいと思われた。

いずれのピューレ調製法においても、総ビタミンC含量は、内果皮ピューレで中果皮ピューレよりやや少ない傾向が認められた。中果皮および内果皮均質化ピューレのBrixは、それぞれ17.2と16.2と、内果皮で低かったことから、この傾向は、果実の熟柿化により内果皮の膨潤が起こり、内果皮の水分が増加して濃度が希釈されたことが、その一因と推察された。カキ‘富有’果実では、収穫後の軟化によ

表1 熟柿ピューレのビタミンC含量に及ぼすピューレ調製方法、冷凍および加熱の影響

ピューレの種類	ビタミンC含量 (mg/100g)		
	総V.C±標準誤差 ^Z	酸化型V.C±標準誤差	還元型V.C±標準誤差
内果皮 均質化 ^Y	44.71±0.99	34.34±0.10	10.37±1.04
中果皮 均質化	47.46±0.68	29.62±0.28	17.84±0.41
内果皮 裏ごし ^X	44.58±0.57	34.86±0.18	9.71±0.66
中果皮 裏ごし	47.46±0.99	18.98±0.27	28.48±1.06
中果皮 裏ごし・冷凍	43.79±0.13	32.08±0.28	11.71±0.33
中果皮 裏ごし・冷凍・加熱 ^W	7.87±0.16	6.66±0.21	1.21±0.15

Z : n=3

Y : ホモジナイザーによる12000rpm 2分間処理

X : 裏ごし器 (目の粗さ約0.8mm) による裏ごし

W : 沸騰ウォーターバス中30分加熱

り内果皮の膨潤が起こることがMRI画像解析により明らかにされており⁵⁾、カキ‘西条’果実においても、熟柿化期間に内果皮の膨潤が起こることがMRI画像解析により明らかにされている⁶⁾。これらの膨潤は、内果皮への水の移動に起因すると筆者は考えているが、膨潤前と後の内果皮の水の状態や成分の変化についてより詳細な調査が必要かもしれない。

7日間の冷凍保存の影響は、総ビタミンC含量については、ほとんど見られなかった。還元型ビタミンC含量の減少は、酸化型ビタミンC含量の増加によるものと思われた。冷凍保存期間中に酸化が速く進むことは考えられず、この酸化は、調製してからフリーザーバッグに分注するまでの間、しばらく室温でピューレを放置しておいたことが、その要因の一つと推察された。本研究で得られた中果皮ピューレの総ビタミンC含量は、均質化により調製し冷凍保存したピューレにおいて43.79mgであった。この値は食品成分表のさわし柿の55mgよりやや低い値であったが、リンゴ(4mg)、モモ(8mg)、日本ナシ(3mg)、バナナ(15mg)に比べるとかなり高く、冷凍ピューレは季節を問わずビタミンCの供給源になると思われた。加工原料として冷凍ピューレの周年使用を前提とするならば、さらに長期間の冷凍保存の影響について、検討する必要があると思われた。

約100℃での30分加熱の影響はたいへん大きく、総ビタミンC含量は82%、酸化型ビタミンC含量は79%、還元型ビタミンC含量は90%減少した。この加熱条件は、かなり過酷なものであるが、例えばピューレを添加したものを170℃で20分程度オープンで加熱するなどの調理は、しばしば行われることであり、本研究の結果は、ピューレ加熱におけるビタミンC含量変化の予測に利用できると考えている。長島は⁷⁾、オープンで30分加熱した野菜類で総ビタミンC含量は30~40%減少することを認めている。100℃以下の加熱の影響については、本研究のピューレとは異なる冷凍中果皮ピューレを用いて、本実験と同様の条件で30分間加熱処理を行い、還元型ビタミンC含量をMerck RQ flex10を用いて測定したところ、60℃では 11.40 ± 0.31 mg (±標準誤差、以下同様)、70℃では 11.87 ± 0.24 mg、80℃では 11.67 ± 0.18 mgであった。これらの値は、非加熱のピューレで得られた11.71mgに近い値であることから、試料の違いがあるにせよ、80℃以下の加熱はピューレの

還元型ビタミンC含量には影響を与えないと推察された。ピューレのビタミンC含量に及ぼす加熱温度の影響については、あらためて詳細に調査する必要があると思われた。

冷凍保存と加熱の影響についての調査は、試料不足のため内果皮ピューレについてのみ行ったが、本研究の結果からは、調製方法の影響は内果皮と中果皮で異なることが明らかになった。加熱や高速攪拌が内果皮ピューレと中果皮ピューレの物性に異なる影響を及ぼすことが報告されている^{8,9)}ことから、ピューレの冷凍保存と加熱の影響について、内果皮と中果皮いずれのピューレについても、検討する必要があると考えられた。

5. 文献

- 1) 赤浦和之：カキ‘西条’熟柿の生産および品質管理に関する研究。日食保蔵誌，38，177-183 (2012)
- 2) 赤浦和之・福岡博義：カキ‘西条’熟柿生産における温度管理の重要性。しまね地域共生センター紀要，1，1-6 (2014)
- 3) 赤浦和之：‘カキ’西条未利用果実を用いた熟柿ピューレの生産。島根県立大短期大学部研究紀要，52，1-6 (2014)
- 4) 医歯薬出版編：日本食品成分表 2015年版 (七訂) 本表編，医歯薬出版，2016
- 5) 赤浦和之、板村裕之：熟柿化期間における西条ガキ果実のMRI。園芸学会雑誌，75 (別冊2)，424 (2006)
- 6) Christopher J. Clark, Janet S. MacFall: Quantitative magnetic resonance imaging of ‘Fuyu’ persimmon fruit during development and ripening. Magnetic Resonance Imaging, 21, 679-685 (2003)
- 7) 長島和子：電子レンジ加熱調理による野菜類のビタミンC含量の変化。千葉大学教育学部研究紀要 第2部 28, 269-274 (1979)
- 8) 赤浦和之：均質化が‘カキ’西条熟柿ピューレの物性に及ぼす影響。島根県立大短期大学部研究紀要，53，11-15 (2015)
- 9) 赤浦和之：加熱がカキ‘西条’熟柿ピューレの物性に及ぼす影響。島根県立短期大学部研究紀要，54，91-96 (2016)

(受稿 平成28年5月12日，受理 平成28年6月23日)